第 39 卷　第 2 期　　天 文 学 进 展　　Vol. 39, No. 2
2021 年 6 月　　PROGRESS IN ASTRONOMY　　June., 2021

doi: 10.3969/j.issn.1000-8349.2021.02.05

# NBS 窄波段数据扣除连续谱的批处理方法

李　垚[1,2]，武朝剑[1,3]，李　彬[4,5]，庄　芮[6]，
赵海斌[4]，姚永强[1]，吴　宏[1,3]

(1. 中国科学院　国家天文台，北京　100101；　2. 中国科学院大学　天文与空间科学学院，北京　100049；　3. 中国科学院　国家天文台　光学天文重点实验室，北京　100101；　4.中国科学院　紫金山天文台，南京　210034；5. 中国科学技术大学，合肥　230026；　6.北京科技大学，北京　100083)

**摘要：** 光学窄波段观测能够表征发射线天体清晰的结构，是研究发射线天体的重要手段，对恒星形成区、类星体窄线区、星系 H II 区、星际介质等方面的研究具有重要意义。消除窄波段图像的连续谱是常用的搜寻发射线天体的方法，传统上连续谱扣除的解决方法是根据像素位置、方向和强度来调整图像对齐，然后进行两幅图像的相减，但是其过程繁琐不适合用于巡天大数据减连续谱。基于窄波段巡天项目 (narrow band survey, NBS) [S II] 波段数据，提出一种通过自动匹配宽、窄波段流量数据与星像轮廓方法。该方法自动匹配图像天文位置，避免了图像像素对齐过程中像素位置调整和图像选择。通过快速探测宽、窄视场图像的流量和星像，完成相应匹配，提高图像相减效率。根据实验结果，减完连续谱的图像中大概 70% 亮星能被扣除干净，并且能够获取到较清晰的发射线天体结构。目前该方法已用于搜寻 Herbig-Haro 天体 (简称 HH 天体)，超新星遗迹候选体选取等工作中。

**关　键　词：** 窄波段巡天；减连续谱；减天光背景；图像数据处理

**中图分类号：** P155　　　　**文献标识码：** A

## 1　引　言

近几十年来，针对银河系甚至全天的大型多波段测光、光谱巡天项目相继开展。光学窄带成像观测能够获得发射线强度，可以得到天体的温度、元素丰度、星系红移等物理性质，对研究激波发射源、超新星遗迹、H II 区、行星状星云等都有重要的意义[1]。目前已有的窄波段巡天大都是 Hα 窄带巡天。角分量级的巡天主要以 SHASSA[2] (The Southern H-Alpha

**收稿日期：** 2020-07-31；　**修回日期：** 2020-10-21

**资助项目：** 国家自然科学基金 (12073051, 11403061, 11733006, 11873063)

**通讯作者：** 武朝剑，chjwu@bao.ac.cn

Sky Survey Atlas) 和 VTSS[3] (The Virginia Tech Spectral-Line Survey)项目为代表。较高空间分辨率的 Hα 巡天观测有 1997 年英澳天文台开展的 SHS[4] (Southern Halpha Survey)，其视场是 $5.5° \times 5.5°$，其空间分辨率可达 $1'' \sim 2''$，2003 年完成。之后又开展了 IPHAS[5] (The INT Photometric Hα Survey of the Northern Galactic Plane) Hα 巡天项目，望远镜视场较小，为 $34' \times 34'$，其空间分辨率在 $1.7''$ 左右，观测了北天球 10° 宽的银盘约 1 800° 天区。WHAM[6] (The Wisconsin Hα Mapper Survey) 完成了赤纬高于 −30° 的 3/4 天球的 Hα 窄带覆盖。除了上述窄波段巡天，PTF[7] (The Palomar Transient Factory，即帕洛玛瞬变源工厂) 也完成了赤纬高于−25°的 3/4 天球的 Hα 窄带覆盖。相关项目具体信息参见表 1。

表 1　Hα 巡天项目

| 项目名称 | 视场 | 天区覆盖范围 | 角分辨率 | Hα 中心波长/Å | 带宽/Å |
|---|---|---|---|---|---|
| SHASSA | $13° \times 13°$ | $-90° < \delta < +15°$ | $47.64''\text{pixel}^{-1}$ | 6 563 | 32 |
| VTSS | 10° (直径) | $\delta >= -15°$ | $1.6'\text{pixel}^{-1}$ | 6 563 | 17.5 |
| SHS | $5.5° \times 5.5°$ | $\delta < 2°$ | $1''\sim2''\text{pixel}^{-1}$ | 6 568 | 80 |
| IPHAS | $0.3° \times 0.3°$ | $-5° < b < 5°$, $29° < l < 215°$ | $0.33''\text{pixel}^{-1}$ | 6 568 | 95 |
| WHAM | 1° (直径) | $\delta >= -30°$ | $1°\text{pixel}^{-1}$ | 6 563 | 20 |
| PTF | $7.8° \times 7.8°$ | $\delta >= -25°$ | $1'\text{pixel}^{-1}$ | 6 563 | 100 |

连续谱的扣除可以从图像上直观显示窄波段图像中发射线天体的信息，方便我们对各类发射线天体候选体的搜寻，是窄波段图像数据处理中必不可少的一步。传统窄波段数据的连续谱扣除需要手动去调节星像位置对齐，这个过程还会涉及到图像旋转、翻转等问题，会手动选择恒星做流量校准。早期很多研究甚至是采用人眼进行连续谱和窄波段数据对比，如 Bally 等人在 1995 年对 L1228 区域 HH 双极喷流、分子外流的研究[8]，以及 Wang 等人在 2003 年对 OB1 分子云中 HH 天体观测[9] 都是采用人眼对比，这种方式对于科学目标的认证引入了人为因素。之后减连续谱工作，需要先确定好探测目标区域，再去进行连续谱扣除，例如 Blair 和 Long 2004 年对 M83 超新星遗迹进行光学观测[10]、Long 等人在 2019 年对超新星遗迹的观测也是限定在 NGC 6946 范围内[11]。这种方法对于小范围天区和目标源是可行的，一旦涉及巡天大数据和多天区观测目标，对目标候选体的选定则比较繁琐，因此，本文提出一种批量自动化扣除连续谱的方法，相比传统方法能够提高效率。通过批量连续谱的扣除，我们可以统一从减完连续谱图像中去搜寻疑似的发射线天体。

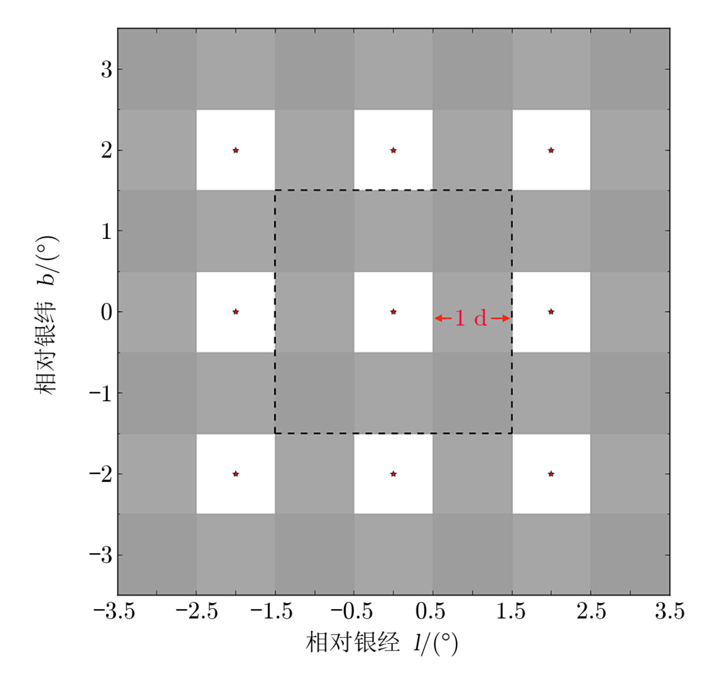
本文第 2 章介绍 NBS 巡天系统，包括观测的台址、使用的仪器和进展，以及数据的介绍；第 3 章介绍图像数据处理流程，主要介绍连续谱的扣除；第 4 章进行总结。

## 2　NBS 巡天简介

NBS 是针对北天区银盘开展的窄波段巡天项目，使用中国科学院紫金山天文台盱眙观测站近地天体望远镜 (China Near Earth Object Survey Telescope, CNEOST)。该望远镜

采用施密特光学系统，主镜口径 120 cm，焦比 $F/1.8$；施密特改正镜口径 104 cm。配备 $10^4 \times 10^4$ CCD 相机，像元尺寸 13.9 cm，单个像素对应天空角 $1.028''$，单帧覆盖 $3° \times 3°$ 视场 (以下称为一个子天区)。NBS 巡天在每个农历十五以及前后各两天对每个子天区拍 5 次，每次曝光 180 s。

为了避免大视场边缘成像质量差，在观测中采用各相邻子天区部分重叠的方法。如图 1 所示，共观测 9 个子天区，星号是子天区中心位置，灰色区域是子天区之间的重叠部分，重叠区域宽度是 1°，相当于将 $3° \times 3°$ 的视场均分了 9 块，四周的八块是重叠区域，子天区中心外 1°～1.5° 的区域可以用相邻子天区中心外 0.5°～1° 的区域覆盖，获得成像质量较高的 $2° \times 2°$ 天区。




注：展示了 9 个子天区，星号是子天区中心位置，灰色区域是子天区之间的重叠部分，重叠区域宽度是 1°，子天区中心外 1°～1.5° 的区域用相邻子天区中心外 0.5°～1° 的区域覆盖，获得成像质量较高的 $2° \times 2°$ 天区。

图 1　子天区之间覆盖示意图

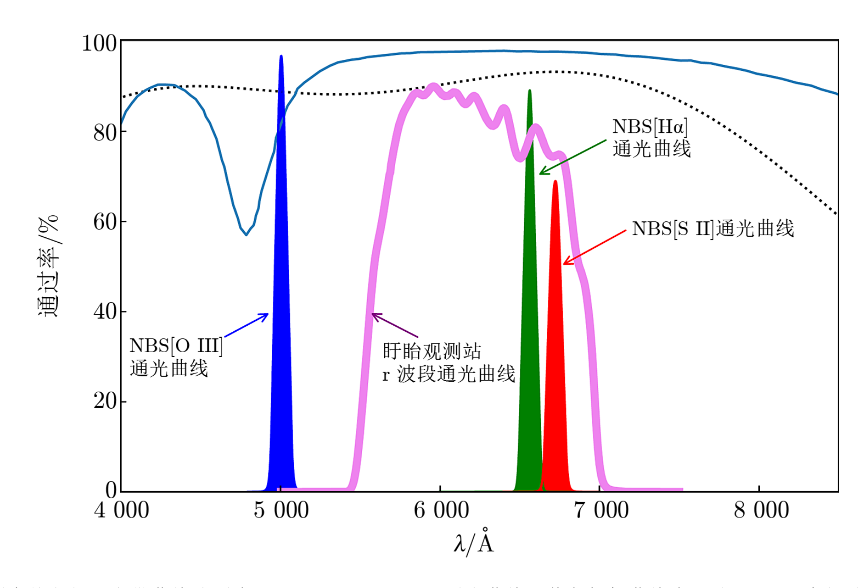
表 2　NBS 系统滤光片参数

| 波段 | 中心波长/Å | 带宽/Å |
|---|---|---|
| [S II] | 6 765 | 80 |
| Hα | 6 563 | 80 |
| [O III] | 5 008 | 80 |

目前 NBS 系统配备有 [S II] 滤光片、Hα 滤光片、[O III] 滤光片。滤光片透过率曲线见图 2，具体参数见表 2。

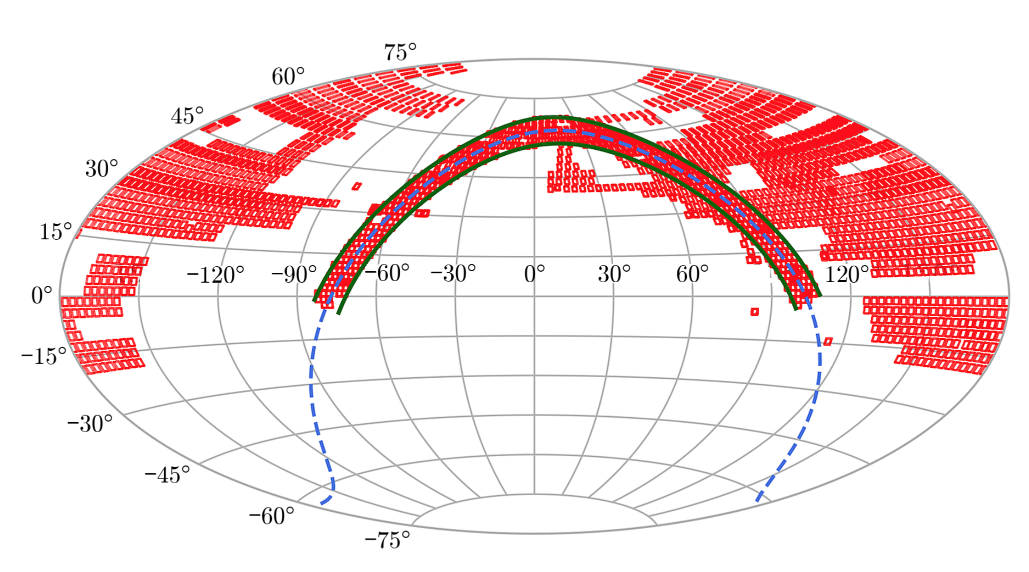
由于本文使用的连续谱数据为盱眙观测站 r 波段图像，所以图 2 还包括盱眙观测站 r 波段通光曲线，其中盱眙观测站 r 波段中心波长为 6 240 Å，带宽为 2 500 Å。NBS观测的天区为北天区银盘 ($-5° < b < +5°$, $29° < l < 215°$) 约 1 800 平方度，从 2016 年开始到目前为止，[S II] 波段以及 Hα 波段的第一遍观测已经基本完成，[O III] 波段

正在拍摄中。图 3 展示了 [S II] 波段数据覆盖图，红色方框是观测覆盖天区，虚线是银河系，高银纬的覆盖是开展的 ENBS (extend narrow band survey)。




注：图中从左往右窄带曲线分别为 [O III], Hα, [S II] 通光曲线，紫色加粗曲线为盱眙观测站r波段通光曲线，蓝色实线为望远镜反射效率，黑色虚线为 CCD 响应曲线。

图 2　NBS 系统滤光片透过率曲线




注：红色方框是观测覆盖天区，虚线是银河系，高银纬的覆盖是开展的 ENBS。

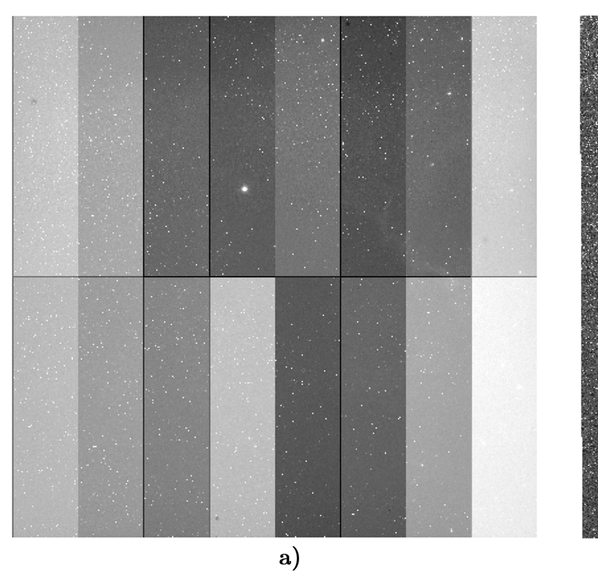
图 3　NBS 天区 [S II] 波段数据覆盖示意图

## 3 数据处理流程

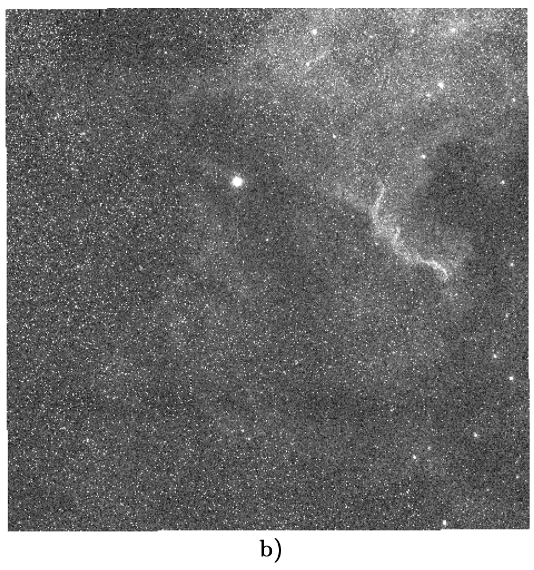
数据处理流程包括图像预处理、坐标定位、测光、流量定标、连续谱扣除、星表和窄波段数据成图。本文的重点部分是流量定标和连续谱扣除。

### 3.1 数据预处理

图像预处理包括减 overscan/Bias 改正，除超级天光平场，去除宇宙线及坏像元等。预处理完成后取中间 $2^\circ \times 2^\circ$ 天区为目标图像。图 4 展示了单幅图像的原始图以及通过数据处理流程完成预处理的图像展示。



a)



b)

注：a) [S II] 波段原始图；b) 通过数据处理流程完成预处理的图像。

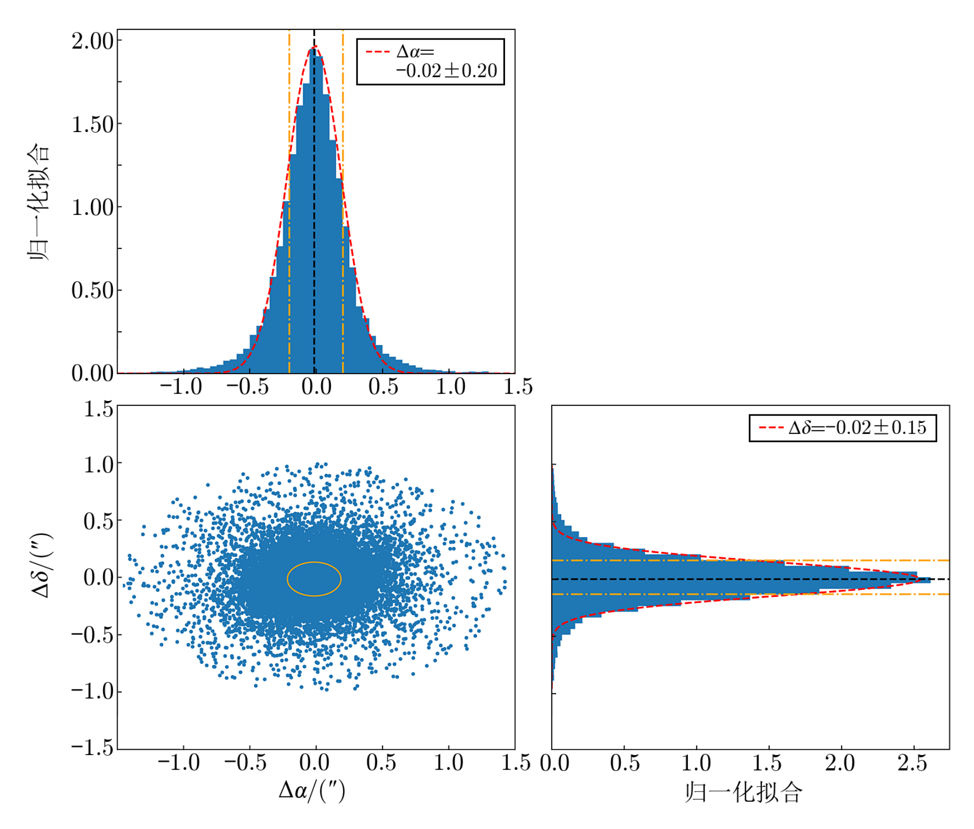
图 4 原始图与预处理完的图像对比

通过天文软件 SCAMP 进行天体位置定标，使用 UCAC-4 星表进行匹配，该星表覆盖了 V 和 R 波段 8~16 mag 范围的主要目标天体，天体总数多达 113 780 093 个，是一个合并的全天高精度天体测量星表 [12]。位置定标精度为 $0.2''$ 左右，图 5 分别给出在赤经和赤纬两方向的误差统计，分别为 $\Delta\alpha = -0.02'' \pm 0.20''$, $\Delta\delta = -0.02'' \pm 0.15''$，位置精度决定后面减连续谱的精度。

### 3.2 测光与流量定标

NBS 观测天区属于密集星场，测光方法使用孔径测光和点扩散函数 (PSF) 测光。孔径测光对单个目标源具有良好的效果，但是当处于密集星场，就会对流量和天光的计算产生影响。PSF 测光适用于密集星场，这种情况下 PSF 测光会比孔径测光有更高的精度。

流量定标工作是找到仪器流量与标准系统下的流量的一个比例关系，从而将仪器星等转换成标准星等。由于在 [S II] 波段没有标准星，我们就无法得到 [S II] 波段的标准流量，




注：在赤经和赤纬两方向天文位置定标的误差统计，分别为 $\Delta\alpha = -0.02'' \pm 0.20''$，$\Delta\delta = -0.02'' \pm 0.15''$。

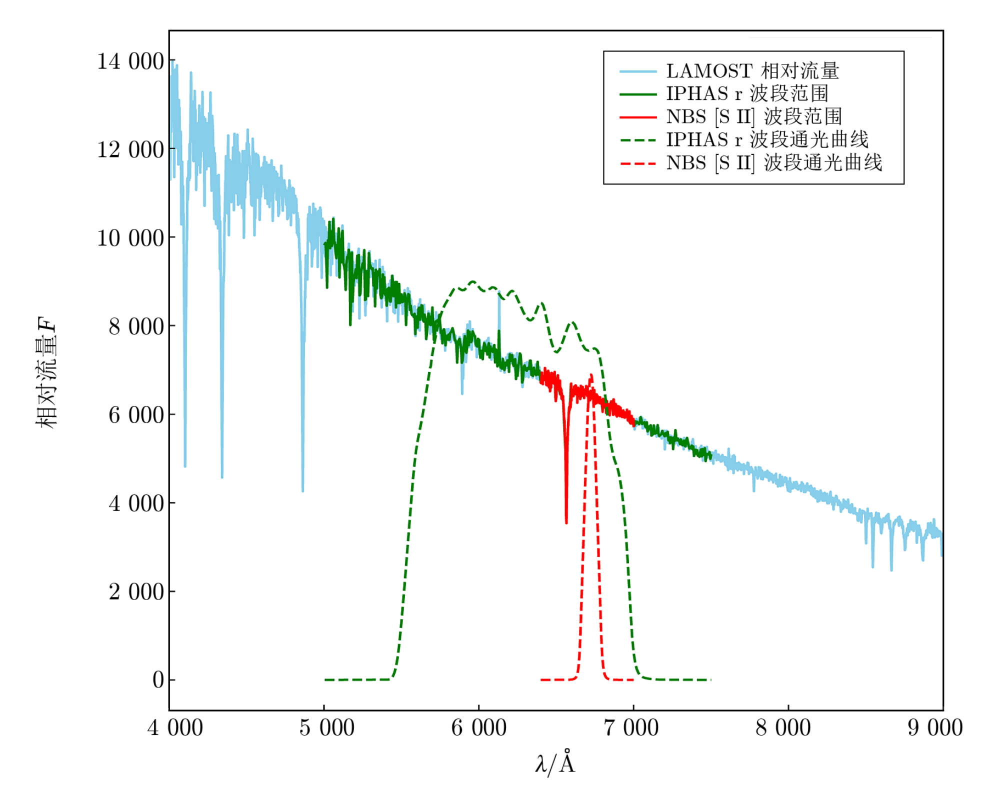
图 5　位置定标精度示意图

因此也不能求出比例关系。这里我们提出利用 LAMOST 光谱数据构建标准星的方法：先改正 LAMOST 的仪器流量为标准流量，再用改正后的标准流量与 [S II] 波段响应曲线卷积求和，从而得到 [S II] 波段的标准流量，进而求得 [S II] 星等、建立 [S II] 波段的标准星星表。具体步骤如下：

(1) 数据准备。首先对 NBS 图像范围内源的位置坐标分别与 LAMOST 星表、IPHAS 星表匹配，筛选出共同目标源。其次对目标源进行筛选：1) 选择类型为恒星的源，避免类星体被选择；2) 选取信噪比高于 30 的源，保证源的精度；3) 选择亮于 15 mag 的 F 型星。最后保存 LAMOST 流量数据和 IPHAS 的 r 波段星等数据。

(2) 改正 LAMOST 相对流量为标准流量。IPHAS 巡天观测的 r 波段星等数据可以提供 r 波段标准流量，LAMOST 仪器流量和 IPHAS 的 r 波段响应曲线卷积求和获得 LAMOST 在 r 波段的相对流量，此时得到 r 波段标准流量与仪器流量的定标常数，再用原来的仪器流量乘上这个定标常数，从而获得 LAMOST 在 r 波段范围内标准流量。

(3) 计算 [S II] 波段标准流量。因为 NBS 的 [S II] 滤光片波长范围完全落在 r 波段波长范围内 (如图 6 所示)，所以我们可以使用LAMOST 在 r 波段的标准流量来计算。[S II] 波段




注：蓝色谱线为 LAMOST 光谱数据，流量值为相对流量；谱线覆盖绿色区域为 IPHAS 的 r 波段波长覆盖范围；谱线覆盖红色区域为 NBS 的 [S II] 波段波长覆盖范围；绿色虚线为 IPHAS 的 r 波段通光曲线示意图；红色虚线为 NBS 的[S II] 波段通光曲线示意图。利用 IPHAS 已知的 r 波段星等将 LAMOST 光谱在 r 波段范围内将相对流量改正为标准流量。

图 6 [S II] 波段标准星构建

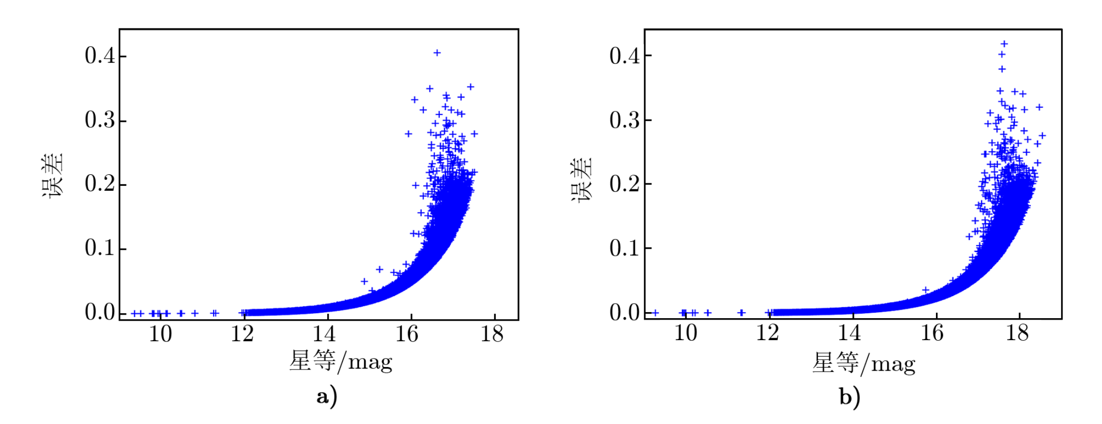
响应曲线通过 LAMOST 的 r 波段标准流量卷积求和获得 [S II] 波段的标准流量。

(4) 计算 [S II] 波段星等，建立 [S II] 波段标准星星表。流量定标后测光精度如图 7 所示。其中图 7a) 是 [S II] 单幅图像曝光时间 180 s 得到的星等和误差分布图，$5\sigma$ 处极限星等约 17.5 mag。图 7b) 是 [S II] 图像曝光时间 900 s 得到的星等和误差分布图，$5\sigma$ 处的极限星等可达 18.3 mag，曝光时间 900 s 为 5 幅 180 s 图像叠加。900 s 曝光时间的星等基本达到预期设计的 $5\sigma$ 处 18.5 mag 的要求。

建立 [S II] 波段标准星，是为了给 [S II] 波段图像做流量定标，便于后期测量发射线天体的流量。用上述构建标准星的方法，可以提高窄波段流量定标的精度，为测量减连续谱后发射线天体的流量计算提供条件。对于做完流量定标的宽窄带图像，通过相减得到的残余图像即为做完流量定标的结果。对于发射线天体，直接测光即可获得流量信息。

### 3.3 [S II] 窄波段图像扣除连续谱

减连续谱一般把 r 波段图像作为连续谱图像处理[13]，本文使用盱眙观测站的 r 波段数据作为连续谱数据，经计算盱眙观测站的 r 波段流量中 [S II] 发射流量仅占 0.25%，所以从




注：a) [S II] 单幅图像曝光时间 180 s 得到的星等和误差分布图，$5\sigma$ 处极限星等约 17.5 mag；b) [S II] 图像曝光时间 900 s 得到的星等和误差分布图，$5\sigma$ 处的极限星等可达 18.3 mag，曝光时间 900 s 为 5 幅 180 s 图像叠加。

图 7　测光精度示意图



[S II] 窄波段图像中减去的 r 波段图像中的 [S II] 流量可以忽略不计。

3.3.1　天光背景的扣除

因为夜天光在空间尺度上存在着梯度的分布，对于大视场巡天望远镜来说是不能忽略的，所以在做扣除连续谱时，首先对窄波段图像进行天光背景信息的扣除。采用图像减亮源数据来获取天光背景，亮源信息的获取通过 Source Extract 软件 (后文简称 SE 软件)，亮源是指数值高于 SE 软件最低探测阈值的源，最低探测阈值由“DETECT_THRESH”参数设置，一般设置为 $3\sigma$。SE 软件可以提供源探测、源累计探测器计数、星像轮廓的信息等。图 8 展示了图像减天光背景过程，具体步骤如下。

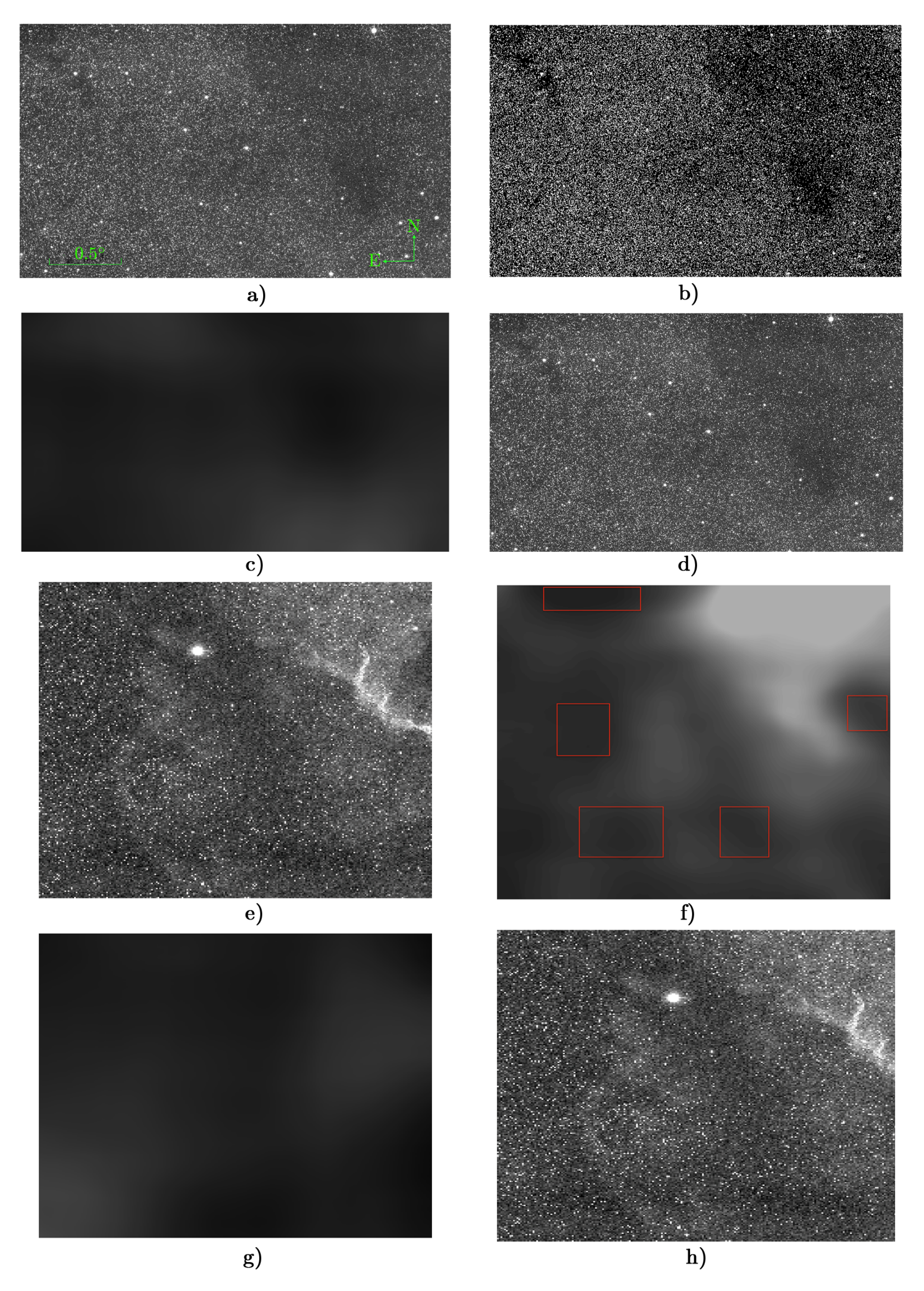
(1) 获取亮源位置信息。通过设置 SE 配置文件，输出源累计探测器计数模式 (SEGMENTATION) 图像，图像信息只包含源的位置信息即亮源位置为源的计数，其他位置数据为 0，如图 8b) 所示。

(2) 扣除亮源信息。对输出源累计探测器计数模式图像做处理，令亮源数据为 0，背景值为 1，之后与原图像数据相乘，完成亮源信息的扣除。

(3) 获取天光背景。将扣除亮源信息后图像进行中值平滑处理。对于像 NBS 这种大尺度图像，应适当增大平滑尺度以消除大规模大幅度的背景变化，该图像平滑尺度设置为 500 pixel×500 pixel。天光背景如图 8c) 所示，在没有星云的数据中该方法可以得到较为均匀的天光背景图像，避免星云信息的扣除。

(4) 减天光背景。用原始图像减去天光背景图像，获得减完天光背景后的图像，如图 8d) 所示。

NBS 图像覆盖银盘区域，图像中大多包含星云，对星云数据的提取是一个难点。我们通过调低 SE“DETECT_THRESH”参数，同时增大“DETECT_MINAREA”，在得到更多亮星云的信息的同时减少噪点。图 8e) 为带星云的 [S II] 波段图像，图 8f) 为采用上述方法后




注：a)−d) 展示了不带星云图像的背景提取与扣除：a) 不含星云的 [S II] 窄波段图像，b) 源累计探测器计数模式图像，c) 天光背景图像，d) 减背景后图像；e)−h) 展示了带星云图像的背景提取与扣除：e) 含星云的 [S II] 窄波段图像，f) 含星云的 [S II] 波段背景图像，g) 拟合的背景图像，h) 减背景后图像。

图 8　减天光背景结果示意图

得到的背景图像，可以看到在右上角会偏亮一些，这是因为有星云信息残留。如果用该图做背景扣除，会减掉部分星云的信息，对于这种情况，我们从背景图像中选取没有星云或星云很暗的区域 (如图 8f) 红色方框等区域) 进行背景拟合，图 8 中的 g) 由 f) 红色方框内的背景拟合而成。

### 3.3.2　连续谱的扣除

为了提高图像的信噪比，在做连续谱扣除前，分别对减完背景后两个波段图像进行中值平滑，这样可以使图像中激波天体结构更清晰。减连续谱需要精确计算出两个波段相同源的流量比例因子与星像匹配因子，使两幅图像源的流量与星像都精确匹配。流量比例因子相对容易得到，星像匹配目标是使两个波段图像像源大小调成一致，小像源通过高斯滤波函数 $G(0,\sigma)$ 扩展为大像源，其中 $\sigma$ 高斯核值即为星像匹配因子。因为星像的半高全宽 $FWHM$ 与高斯函数的 $\sigma$ 成比例关系，具体表示如下：

$$FWHM = 2\sqrt{2\ln(2)}\sigma \quad . \tag{1}$$

通过调节 $FWHM$ 可实现星像大小的调整。连续谱扣除流程示意图如图 9 所示，图 10 为减连续谱过程示意图。减连续谱具体步骤如下。

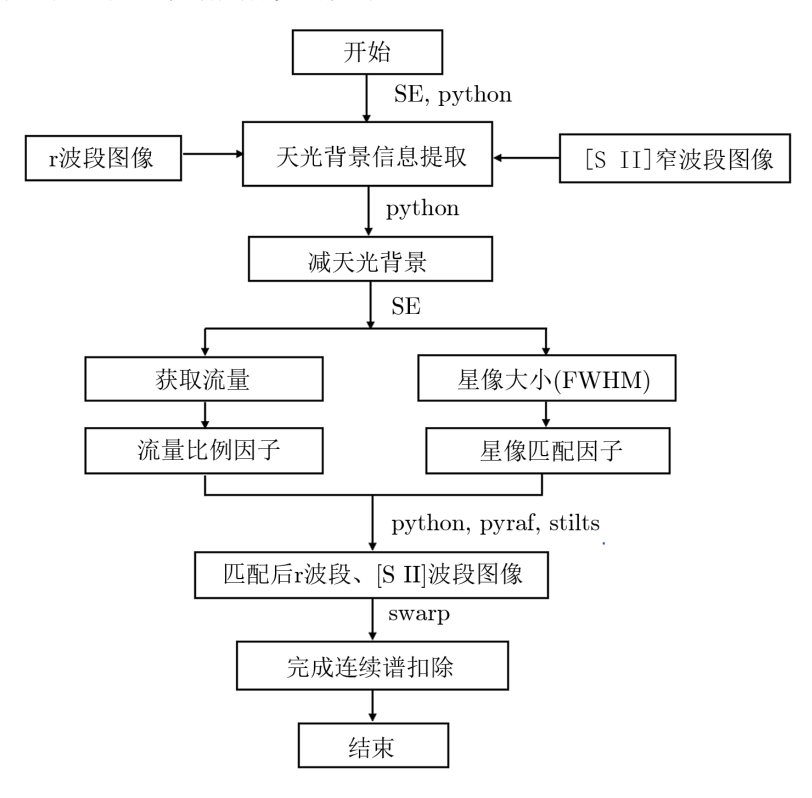
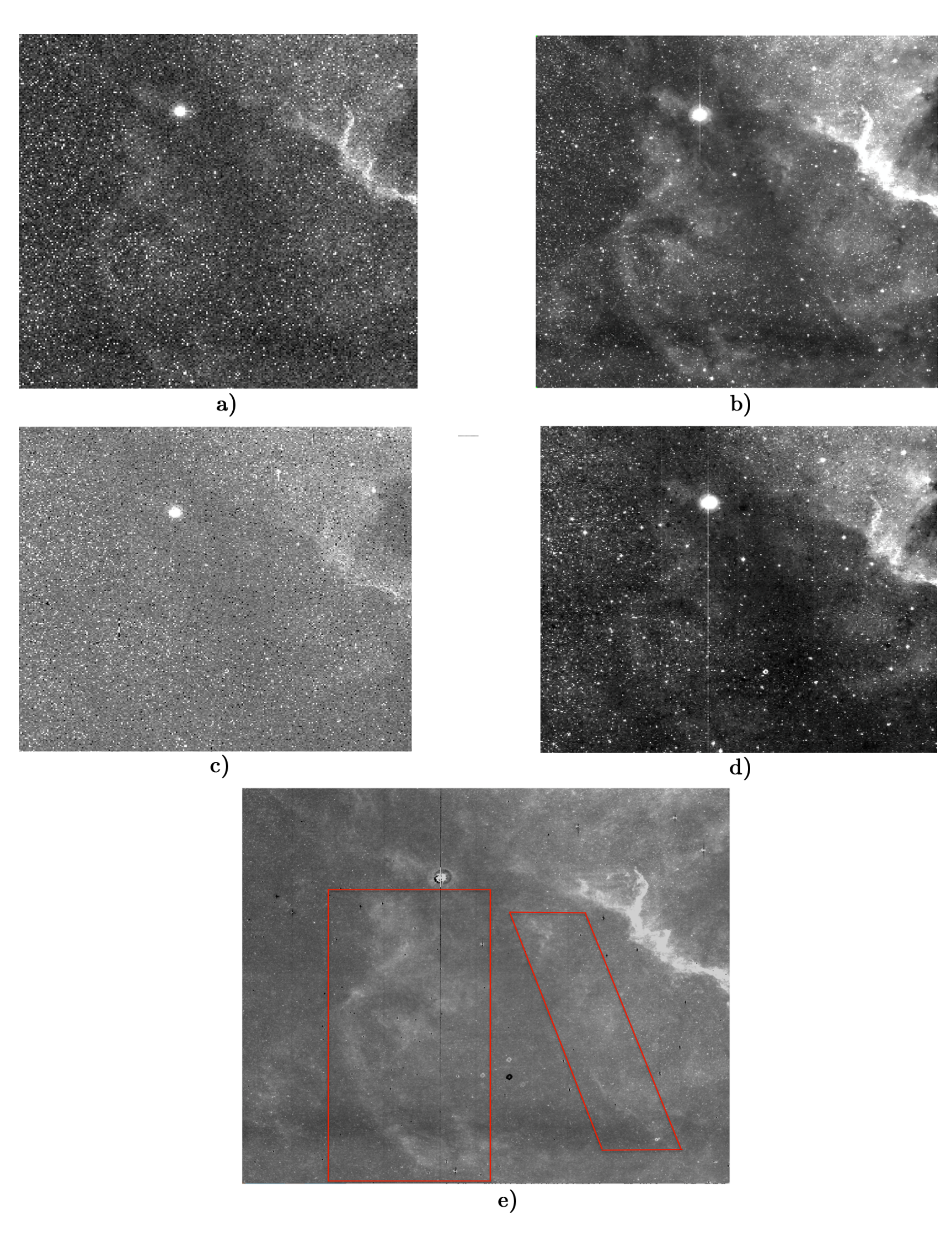



图 9　减连续谱流程示意图

(1) 准备数据。使用 SE 分别对两个波段数据进行测光，获取坐标位置信息、星像的半高全宽 ($FWHM$)、流量等信息。




注：a), b) 分别为减天光背景后 [S II] 波段图像和平滑后的 [S II] 窄波段图像；c), d) 分别为减天光后 r 波段图像和平滑后的 r 波段图像；e) 为减完连续谱的图像，图中红色框内均能够看到较为清晰的纤维状结构，该结构在 [S II] 窄带图像中较为清晰，而在盱眙的 r 波段图像中并不明显。

图 10　减连续谱过程示意图

(2) 星像匹配。分别对两个波段测得的 $FWHM$ 画出分布直方图，对直方图进行高斯拟合，拟合出峰值 (高斯分布中 $\mu$ 值) 对应的数据，分别记为 $FWHM1$ 和 $FWHM2$，再通过式 (1) 分别计算出 $\sigma_1$ 和 $\sigma_2$ 值，这里我们假设 $\sigma_1$ 比 $\sigma_2$ 大，由高斯分布公式，可以计算星像匹配因子 $\sigma$：

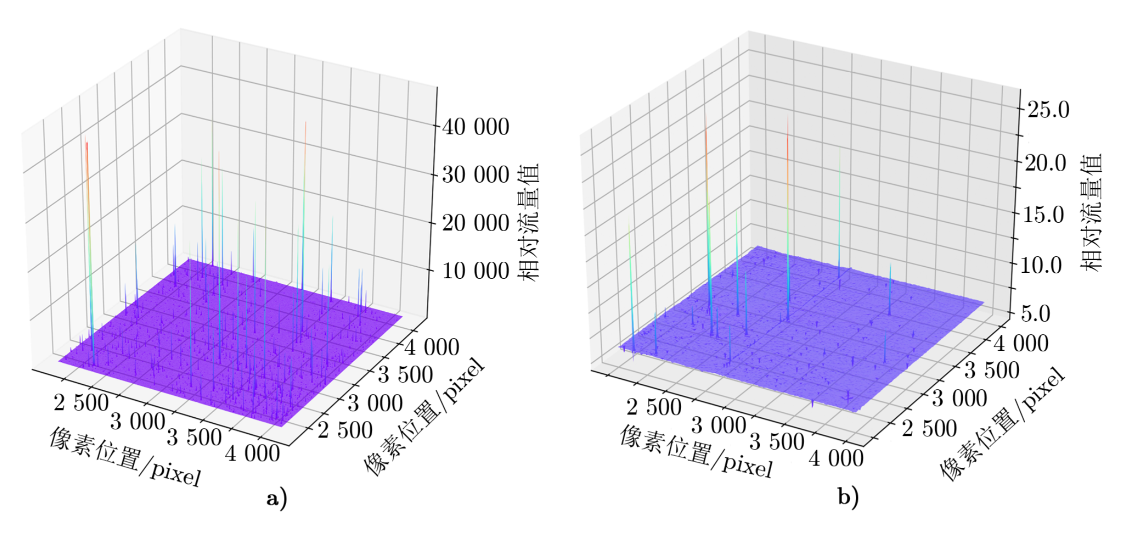
$$\sigma = \sqrt{(\sigma_1)^2 - (\sigma_2)^2} \quad . \tag{2}$$

将该匹配因子作为高斯卷积尺度与原图做高斯卷积，完成两幅图像的星像匹配。

(3) 流量匹配。对匹配好星像轮廓的两幅图分别测光，相除得到各个源的流量比例因子，画出流量比例分布直方图，对直方图做高斯拟合，得到峰值 (高斯分布中 $\mu$ 值) 对应的数据即为流量比例因子。得到的流量比例因子通过与原数据相乘，完成两幅图像流量值的匹配。

(4) 扣除连续谱。使用 SWARP 软件进行两幅图像扣除，SWARP 软件通过两幅图像的 WCS 坐标匹配，避免人为调整像素的位置、图像旋转等过程，处理速度快，适合处理大批量数据。对 r 波段数据取负值，之后通过 SWARP 软件将匹配后的两幅图像求和，完成连续谱的扣除。

实验结果如图 10e) 所示，在红色框内均能够看到清晰的纤维状结构，该结构在 [S II] 窄带图像中比较清晰，而在盱眙的 r 波段图像中并不明显。在使用本文批处理扣除连续谱后，能够获得较为清晰的 [S II] 图像中的激波结构。我们分别对连续谱扣除前后的图像进行测光，未扣除连续谱的 [S II] 图像探测到 63 500 个源，经过连续谱扣除后的图像探测到 18 000 多颗源，扣除了原图像中 70% 的星。图 11 展示了局部区域的星分布情况，区域大小为 2 000 pixel×2 000 pixel，原图像尺寸为 7 000 pixel×7 000 pixel，在减完连续谱后的局部图像能够看到扣除了大部分星。

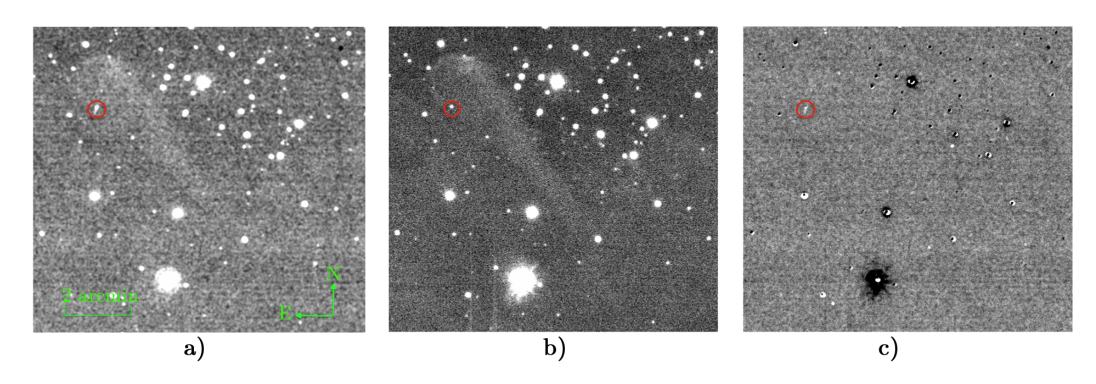



注：a) 为连续谱扣除前局部区域的星像分布；b) 为连续谱扣除后局部区域的星像分布。

**图 11　连续谱扣除前后局部区域的星象分布**

由于图像中包含各种类型恒星，不同类型的恒星在匹配宽带和窄带的流量时匹配因子

不同，这就会导致图像中没有发射线的恒星不能完全扣除干净。但我们的目标是从海量图像中，能够快速寻找出含有发射线天体的信息，一般具有延展性或纤维状结构。对于个别亮源信息扣除不完全，其对我们搜寻具有延展结构的发射线天体影响不是很大。目前该方法已用于搜寻 HH 天体和超新星遗迹候选体选取等工作中，寻找激波天体候选体的过程如图 12 所示。




注：a) 为 [S II] 波段图像，b) 为连续谱图像，c) 为减完连续谱后 [S II] 波段图像。从 c) 可见疑似激波天体。

图 12 寻找激波天体候选体过程展示

## 4 总 结

本文基于窄波段巡天项目的 [S II] 波段数据，提出一种通过自动匹配不同波段流量数据与星像轮廓方法，实现 [S II] 波段大视场图像批量扣除连续谱。我们引入了 SWARP 软件和 Source Extract 软件，SWARP 软件可以自动匹配两幅图的天文位置，不需要人为对两幅图像的像素与像素进行对齐，避免了这个过程中像素位置调整和图像旋转；Source Extract 软件能够快速探测宽、窄图像中的流量、星像，通过对其流量、星像值做直方图统计获得比例因子来完成流量匹配和星像匹配。最后使用 SWARP 进行图像相减的批处理工作，相比传统方法能够提高效率。根据实验结果，在已减去连续谱的图像中，大概 70% 亮星能被扣除干净，并且能够获取到较为清晰的发射线天体结构。我们做连续谱扣除目的是从海量图像中快速寻找出发射线天体结构，这类结构一般有延展性结构，个别亮源信息扣除不完全对我们搜寻具有延展结构的发射线天体影响不大。我们通过第一步筛选出含有疑似目标的候选体之后，在此基础上继续做更为精细的图像处理，或进行发射线天体流量的精确测量。目前该方法已用于搜寻 HH 天体，超新星遗迹候选体选取等工作中。

目前的方法还存在问题，需要提高与完善。第一，对含大尺度星云图像提取背景时，部分星云信息残留在背景中，为了避免将星云信息扣除，我们采用了小区域背景代替完整背景的方法，但这也产生背景信息不准确的问题，导致减连续谱的精度不高；第二，图像中包含各种类型恒星，不同类型的恒星在匹配宽带和窄带的流量时匹配因子不同，这就会导致图像

中没有发射线的恒星不能完全扣除干净；第三，对于一些亮源，星像匹配不能做得很好。在今后的工作中，我们会针对以上问题进一步优化和完善。

## 参考文献：


[1] Haffner L M, Reynolds R J, Tufte S L, et al. ApJ, 1999, 523: 223
[2] Gaustad J E, McCullough P R, Rosing W, et al. PASP, 2001, 113(789): 1326
[3] Finkbeiner D P. ApJs, 2003, 146(2): 407
[4] Parker Q A, Phillipps S, Pierce M J, et al. MRNAS, 2005, 362(2): 689
[5] Drew J E, Greimel R, Irwin M J, et al. MRNAS, 2005, 362(3): 753
[6] Haffner L M, Reynolds R J, Tufte S L, et al. ApJS, 2003，149(2): 405
[7] Law N M, Kulkarni S, Ofek E, et al. BAAS, 2009, 41:418
[8] Bally J, Devine D, Fesen R A, et al. ApJ, 1995, 454: 345
[9] Wang H C, Yang J, Wang M, et al. AJ, 2003, 125(2): 842
[10] Blair W P, Long K S. ApJS, 2004, 155(1):101
[11] Long K S, Winkler P F, Blair W P. ApJ, 2019, 875(2): 85
[12] Stassun K G. VizieR Online Data Catalog, 2019, IV/38
[13] Sabin L, Parker Q A, Contreras M E, et al. MRNAS, 2013, 431(1): 279




# The Batch Processing Method of Continuum Subtraction for Narrow Band Survey


LI Yao[1,2], WU Chao-jian[1,3], LI Bin [4], ZHUANG Rui [6],
ZHAO Hai-bin[1,3], YAO Yong-qiang [1], WU Hong[1,3]

*(1. National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012, China; 2. School of Astronomy and Space Science, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Key Laboratory for Optical Astronomy, National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012, China; 4. Purple Mountain Observatory, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210034, China 5. University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China; 6. University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)*



**Abstract:** Optical narrow-band observation can characterize the clear structure of the emission line objects, Which is important to study the star-forming region, quasar narrow-line region, H II region, and interstellar medium. Narrow Band Survey (NBS) is a fully photometric CCD survey of the Northern Galactic Plane, which targeted the inner regions of the Northern plane over the latitude range of $-5°< b <+5°$ and a longitude range of $29°< l <215°$ covering a total of 1800 deg$^2$. NBS was conducted with three narrow-band

filters: H$\alpha$ filter (80 Å full width at half-maximum, central wavelength at 6563 Å), [S II] filter (80 Å full width at half-maximum, central wavelength at 6765 Å) and [O III] filter (80 Å full width at half-maximum, central wavelength at 5007 Å). The continuum subtraction is a common method to search for emission-line objects forms the narrow-band images. Traditionally these have been dealt with by carefully registering the images in terms of position,orientation and intensity, and subtracting them from different bands images. This paper uses the [S II] band data of the NBS, proposes a method of subtracting continuum. We introduced SWARP and Source Extract, the SWARP software can automatically match the astronomical positions of the respective sources of the two images, avoid pixel position adjustment and image rotation; The Source Extract software can quickly detect the flux and star image in the wide-band and narrow-band image, and accomplish the flux matching and PSF matching by Python, finally use SWARP to do the batch processing of image subtraction. Compared with the traditional method, this method can improve the efficiency. At present, this method has been applied in searching for the Herbig-Haro objects and Supernova Remnant candidates.

**Key words:** survey in narrow band; continuum subtraction; sky-background subtraction; image processing